

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТА САМОРАЗОГРЕВА ТРАНЗИСТОРА С ВЫСОКОЙ ПОДВИЖНОСТЬЮ ЭЛЕКТРОНОВ НА РАЗЛИЧНЫХ ПОДЛОЖКАХ

аспирант Волчѣк В. С.,

Научный руководитель – канд. техн. наук Стемпницкий В. Р.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Беларусь

Эффект саморазогрева представляет собой локальное увеличение температуры решетки T_l в результате рассеяния электрической мощности. Саморазогрев приводит к деградации рабочих характеристик транзистора с высокой подвижностью электронов (ТВПЭ), поэтому при выборе материала подложки для формирования приборной структуры важнейшим критерием выступает теплопроводность.

В данной работе приборное моделирование ТВПЭ на основе гетероперехода $Al_{0,2}Ga_{0,8}N/GaN$ осуществляется в программном комплексе компании Silvaco. Структура транзистора состоит из барьерного слоя $Al_{0,2}Ga_{0,8}N$ толщиной 0,03 мкм и буферного слоя GaN толщиной 2,97 мкм. Исследованию подлежат пять идентичных структур ТВПЭ на подложках из сапфира, кремния, нитрида галлия, нитрида алюминия и карбида кремния. Толщина области моделирования подложки равна 18 мкм.

Моделирование эффекта саморазогрева выполняется на основе уравнения теплового потока

$$C_V \frac{\partial T_l}{\partial t} = \nabla(\kappa \nabla T_l) + H, \quad (1)$$

где C_V – объемная теплоемкость, Дж/(см³·К); κ – теплопроводность, Вт/(см·К); H – объемная мощность выделения тепла, Вт/см³.

Объемная теплоемкость материалов подложки в расчетах принимается постоянной и независимой от температуры. Теплопроводность используемых материалов снижается с возрастанием температуры по степенному закону.

На рисунке 1 представлены сток-стоковые характеристики сформированного на различных подложках ТВПЭ.

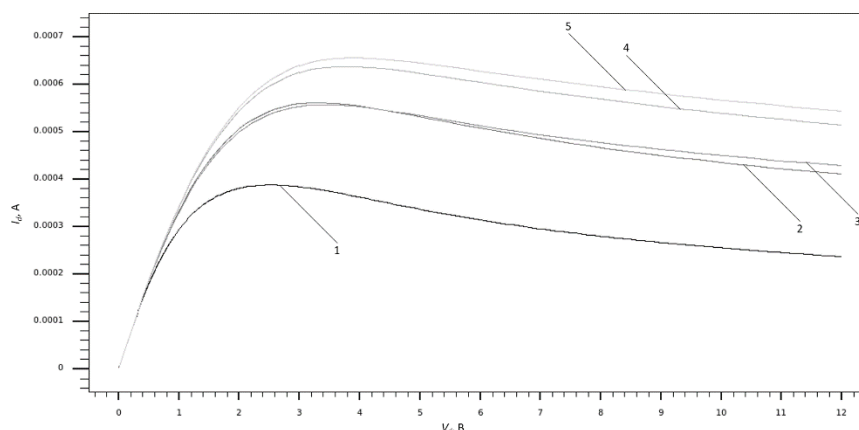


Рис. 1. Зависимость тока стока I_d от смещения на стоке V_{ds} ТВПЭ, сформированного на подложках из Al_2O_3 (1), Si (2), GaN (3), AlN (4) и 6H-SiC (5)

Результаты моделирования показывают, что у затвора со стороны стока образуется область с повышенной температурой, что приводит к снижению подвижности электронов.

При этом наилучшие характеристики демонстрирует ТВПЭ, сформированный на подложке из карбида кремния, обладающим наибольшей теплопроводностью по сравнению с другими рассматриваемыми материалами.

При расчете эффекта саморазогрева теплоемкость материала подложки не оказывает влияние на характеристики транзистора.

Литература

1. Васильев А. Г., Колковский Ю. В., Концевой Ю. А. СВЧ приборы и устройства на широкозонных полупроводниках – М.: Техносфера, 2011. – 416 с.